

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-338497
 (43)Date of publication of application : 28.11.2003

(51)Int.Cl. H01L 21/31
 H01L 21/283
 H01L 21/316

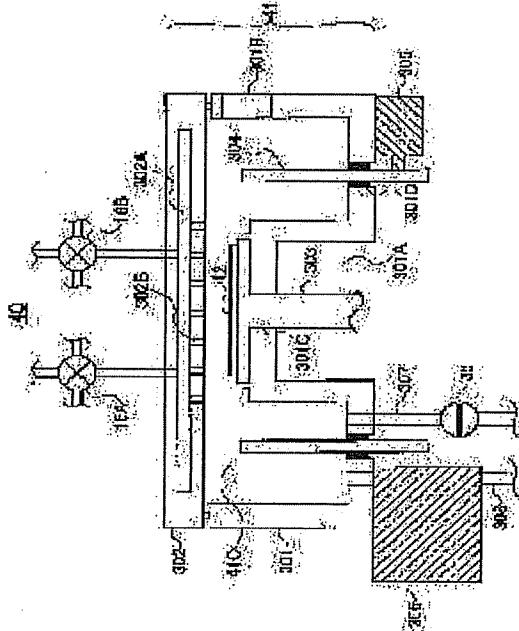
(21)Application number : 2002-146511 (71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD
 (22)Date of filing : 21.05.2002 (72)Inventor : ARAMI JIYUNICHI

(54) SYSTEM AND METHOD FOR PROCESSING SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ALD film deposition system operable with a high throughput by enhancing the exhaust rate.

SOLUTION: The substrate processing system comprises a processing container provided with a stage 303 for holding a substrate 12 being processed, and a movable wall 304 for dividing the processing container. The substrate processing system further comprises a first exhaust system 307, and a second exhaust system 308 having a higher exhaust rate. When the exhaust systems are used properly, a high gas exhaust rate can be attained at the time of exhausting gas while sustaining the flow of required supply gas along the substrate being processed at the time of growing a film and the processing speed of the substrate is enhanced greatly.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A treatment container provided with a substrate holding stand holding a processed board, and the 1st treatment space and 2nd treatment space that were formed with a movable separating wall in said treatment container, The 1st gas supply system that supplies the 1st raw gas to said 1st treatment space, The 2nd gas supply system that supplies the 2nd raw gas to said 1st treatment space, The 1st exhaust system combined with said 1st treatment space, and the 2nd exhaust system combined with said 2nd treatment space, It has a drive system to which said movable separating wall is moved between the 1st state and the 2nd state, A substrate processing device, wherein said 1st treatment space and said 2nd treatment space are separated in said 1st state of said movable separating wall and said 1st treatment space and said 2nd treatment space are connected in said 2nd state.

[Claim 2] The substrate processing device according to claim 1, wherein said 2nd exhaust system has an exhaust speed higher than said 1st exhaust system.

[Claim 3] The substrate processing device according to claim 2, wherein said 2nd exhaust system contains a turbo-molecular pump.

[Claim 4] It has a control system which furthermore controls said drive system and said 1st gas supply system, and said 2nd gas supply system, In said 1st state of said movable separating wall said control system said drive system and said 1st gas supply system, and said 2nd gas supply system, The 1st step at which said 1st raw gas is introduced into said 1st treatment space from said 1st gas supply system, The 2nd step that makes said movable separating wall change in said 2nd state after said 1st step, The 3rd step at which said movable separating wall is made to change in said 1st state after said 2nd step, and said 2nd raw gas is introduced into said 1st treatment space from said 2nd gas supply system, A substrate processing device given [among claims 1–3 controlling said movable separating wall sequentially after said 3rd step to the 4th step that makes said 2nd state change] in any 1 paragraph.

[Claim 5] A substrate processing device given [among claims 1–4, wherein said movable wall engages with a covering device of said treatment container in said 1st state] in any 1 paragraph.

[Claim 6] Said 1st gas supply system and said 2nd gas supply system, A substrate processing device given [among claims 1–5, wherein it is connected to a showerhead in said 1st treatment space and said 1st and 2nd raw gas is introduced from said showerhead in said 1st treatment space] in any 1 paragraph.

[Claim 7] The substrate processing device according to claim 6, wherein said movable wall engages with said some of showerheads in said 1st state.

[Claim 8] A substrate processing device given [among claims 1–7, wherein said 1st exhaust system can form a flow which met said processed board in the 1st and 2nd distributed gas that has an adjusting device of conductance and is introduced from said Java head] in any 1 paragraph.

[Claim 9] A treatment container provided with a substrate holding stand holding a processed board characterized by comprising the following, The 1st treatment space and 2nd treatment space that were formed with a movable separating wall in said treatment container, The 1st gas supply system that supplies the 1st raw gas to said 1st treatment space, The 2nd gas supply system that supplies the 2nd raw gas to said 1st treatment space, The 1st exhaust system combined with said 1st treatment space, and the 2nd exhaust system combined with said 2nd

treatment space, It has a drive system to which said movable separating wall is moved between the 1st state and the 2nd state, A substrate treating method using a substrate processing device with which said 1st treatment space and said 2nd treatment space are separated in said 1st state of said movable separating wall, and said 1st treatment space and said 2nd treatment space are connected in said 2nd state.

- (A) A process which supplies the 1st raw gas from said 1st gas supply system all over said 1st treatment space in said 1st state, and is exhausted from said 1st exhaust system.
- (B) A process of exhausting said 1st treatment space via said 2nd treatment space according to said 2nd exhaust system after said process (A) in said 2nd state.
- (C) A process which supplies said 2nd raw gas from said 1st raw gas supply system all over said 1st treatment space in said 1st state after said process (B), and is exhausted from said 1st exhaust system.
- (D) A process of exhausting said 1st treatment space via said 2nd treatment space after said process (C) in said 2nd state according to said 2nd exhaust system.

[Claim 10]The substrate treating method according to claim 9, wherein the vacuum purge of said 1st treatment space is carried out in said process (B) and (D).

[Claim 11]In said process (A), a raw gas molecular layer which becomes said processed substrate face from said 1st raw gas molecule adsorbs, and in said process (C). The substrate treating method according to claim 9 or 10, wherein said raw gas molecular layer reacts to said 2nd raw gas and a layer of thickness of one atomic layer is substantially formed in said processed substrate face.

[Claim 12]After said after [said process (A)] and process (B) front, and said process (C), A substrate treating method given [among claims 9–11 including further a process (E) of introducing inactive gas in the 1st state of said movable separating wall before said process (D) in said 1st treatment space] in any 1 paragraph.

[Claim 13]The substrate treating method according to claim 12 characterized by residual gas in said 1st treatment space being exhausted by said 2nd exhaust system via said 2nd treatment space with said inactive gas in said process (E).

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the substrate processing device and substrate treating method which are used for manufacture of the super-minuteness making high-speed semiconductor device which is applied to a semiconductor device, especially has a high dielectric film.

[0002] In today's ultra high-speed semiconductor device, 0.1 micrometer or less of gate length is becoming possible with progress of a minuteness making process. Although the working speed of a semiconductor device generally improves with minuteness making, it is necessary with shortening of the gate length by minuteness making to decrease the thickness of gate dielectric film according to a scaling law in the semiconductor device by which minuteness making was carried out in this way dramatically.

[0003] However, if gate length is set to 0.1 micrometer or less, when SiO_2 is used, it is necessary to also set the thickness of gate dielectric film to 1–2 nm or less than it but, and. Thus, in very thin gate dielectric film, the problem on which tunnel current increases and gate leakage current increases as a result is nonavoidable.

[0004] Specific inductive capacity is farther [than the thing of a SiO_2 film] larger than before under such a situation, This sake. Even if actual thickness is large. The thickness at the time of converting into a SiO_2 film receives gate dielectric film in high dielectric material like small

Ta_2O_5 , aluminum $_2\text{O}_3$, ZrO_2 , HfO_2 , ZrSiO_4 , and HfSiO_4 . Applying is proposed. By using such a high dielectric material, gate length can use the gate dielectric film of the thickness not more than 1–2 nm or it also in 0.1 micrometer or less and a very detailed ultra high-speed semiconductor device, and the gate leakage current by the tunnel effect can be controlled.

[0005] When forming such high dielectric gate dielectric film on a Si substrate, In order to control that the metallic element which constitutes high dielectric gate dielectric film is spread in a Si substrate, Thickness needs to form a SiO_2 film of 0.8 nm or less as a base oxide film on said Si substrate typically, and needs to form said 1 nm or less of high dielectric gate dielectric film on this very thin SiO_2 base oxide film. In that case, said high dielectric gate dielectric film must be formed so that defects, such as interface state density, may not be formed into a film. When forming this high dielectric gate dielectric film on said base oxide film, it is preferred to change a high dielectric from the presentation which is mainly concerned with SiO_2 toward a high

dielectric gate–dielectric–film upper principal surface from the side which touches said base oxide film in a presentation to the presentation with which it is mainly concerned gradually.

[0006] If it is going to form high dielectric gate dielectric film so that a defect may not be included, the plasma process in which a charged particle participates cannot be used. For example, if this high dielectric gate dielectric film is formed with plasma CVD method, the defect which acts as a trap of hot carriers will be formed as a result of a plasma damage into a film.

[0007] On the other hand, when it was going to form this high dielectric gate dielectric film with the heat CVD method, changing thickness sharply with the character of the base insulator layer used as a ground was previously found out by the artificer of this invention. When it was going to form this high dielectric gate dielectric film with the conventional CVD method, and are put in another way and a gate electrode is formed [a membrane surface becomes irregular and] on

gate dielectric film with this irregular surface, the operating characteristic of a semiconductor device will deteriorate.

[0008]

[Description of the Prior Art] Then, the artificer of this invention proposed previously the substrate treating method and processing unit which are explained below that the above-mentioned technical problem should be solved.

[0009] Drawing 1 shows the composition of the substrate processing device 10 with which the artificer of this invention supplies by turns the raw gas proposed previously, and performs a membrane formation process. Such a membrane formation process may be called an atomic-layer-deposition process or an ALD process. In this process, the 1st material gas and 2nd material gas on a processed board by turns, The film of the thickness for one molecular layer is formed by supplying with a flow pattern along a processed substrate face, making the material gas molecule in the 1st material gas stick to a processed substrate face, and making this react to the material gas molecule in the 2nd material gas. By repeating this process, a quality dielectric film usable as gate dielectric film, especially a high dielectric film are formed in a processed substrate face.

[0010] The raw gas feed ports 13A and 13B which said substrate processing device 10 separates the processed board 12, and counter mutually with reference to drawing 1, The treatment container 11 provided with the slit shape long and slender exhaust ports 14A and 14B which separate said processed board 12 and counter said raw gas feed ports 13A and 13B, respectively is included, Said exhaust ports 14A and 14B are connected to the trap 100 via the conductance valves 15A and 15B, respectively, and said treatment container 11 is exhausted via said trap 100.

[0011] Said raw gas feed port 13A is adjoined, and another raw gas feed port 13C is formed in said treatment container 11 so that said exhaust port 14A may be countered.

[0012] Said raw gas feed port 13A is connected to the 1st exit of the switch valve 16A, and said switch valve 16A is connected to the valve 17A, the mass flow rate controller 18A, and the ingredient container 20A that holds $ZrCl_2$ via the 1st feeding line 16a containing another valve 19A. Said 1st feeding line 16a is adjoined, and the purge line 21a which supplies inactive gas, such as Ar, is formed including the valves 21A and 22A.

[0013] It is connected to inert gas sources, such as Ar, the valve purge line 23a containing the mass flow rate controllers 23A and 24A is connected to said switch valve 16A, and the 2nd exit of said switch valve 16A is connected to said trap 100 via the purge line 100a.

[0014] Similarly said raw gas feed port 13B is connected to the 1st exit of the switch valve 16B, Said switch valve 16B is connected to the valve 17B, the mass flow rate controller 18B, and the ingredient container 20B that holds H_2O via the 1st feeding line 16b containing another valve 19B. Said 1st feeding line 16b is adjoined, and the purge line 21b which supplies inactive gas, such as Ar, is formed including the valves 21B and 22B.

[0015] It is connected to inert gas sources, such as Ar, the valve purge line 23b containing the mass flow rate controllers 23B and 24B is connected to said switch valve 16B, and the 2nd exit of said switch valve 16B is connected to said trap 100 via the purge line 100b.

[0016] Furthermore, said raw gas feed port 13C is connected to the 1st exit of the switch valve 16C, Said switch valve 16C is connected to the valve 17C, the mass flow rate controller 18C, and the ingredient container 20C that holds $SiCl_4$ via the 1st feeding line 16c containing another

valve 19C. Said 1st feeding line 16c is adjoined, and the purge line 21c which supplies inactive gas, such as Ar, is formed including the valves 21C and 22C.

[0017] It is connected to inert gas sources, such as Ar, the valve purge line 23c containing the mass flow rate controllers 23C and 24C is connected to said switch valve 16C, and the 2nd exit of said switch valve 16C is connected to said trap 100 via the purge line 100c.

[0018] The control device 10A which controls a membrane formation process is formed in the substrate processing device 10 of drawing 1, and said control device 10A controls said switch valves 16A-16C and the conductance valves 15A and 15B so that drawing 4 - drawing 7 will explain later.

[0019] Drawing 2 shows the details of the portion containing the treatment container 11 of drawing 1. However, the portion corresponding to drawing 1 is shown by the same reference mark among drawing 2.

[0020]With reference to drawing 2, have said treatment container 11, and the inside reaction vessel 202 which consists of the outer vessel 201 which consists of aluminum etc., and silica glass said inside reaction vessel 202, It is formed in said outer vessel 201, and is stored all over the crevice covered with the cover plate 201A which constitutes said some of outer vessels 201.

[0021]In said crevice, said inside reaction vessel 202 the bottom of said outer vessel 201 The wrap quartz bottom plate 202A, In said crevice, said quartz bottom plate 202A is come from the wrap quartz covering 202B, and the circular opening 201D in which the substrate holding stand 203 of the shape of a disk holding the processed board W is stored is further formed in the pars basilaris ossis occipitalis of said outer vessel. Into said substrate holding stand 203, the heating machine style which omits a graphic display is provided.

[0022]Said substrate holding stand 203 is held free [rotation] and simultaneous by the substrate transportation part 204 provided in the lower part of said outside treatment container 201, enabling free up-and-down motion. In between the top process position and the lowest substrate in-and-out positions, said substrate holding stand 203 is held so that up-and-down motion is possible, and it is determined that the surface of said process position of the processed board W on said holding stand 203 will abbreviated-correspond with the surface of said quartz bottom plate 202A.

[0023]On the other hand, said substrate in-and-out position is set up corresponding to the substrate carrying-in appearance opening 204A formed in the wall surface of said substrate transportation part 204.

When said substrate holding stand 203 descends to said substrate in-and-out position, the transportation arm 204B is inserted from said substrate carrying-in exit 204A, the processed board W lifted by lifter pins (not shown) from the substrate holding stand 203 surface is held and taken out, and it sends to the following process.

Said transportation arm 204B introduces the new processed board W into said substrate transportation part 204 via said substrate carrying-in appearance opening 204A, and lays this on said substrate holding stand 203.

[0024]The substrate holding stand 203 holding said new processed board W is held by the rotating shaft 205B held with the magnetic seal 205A in the bearing part 205, enabling up-and-down motion free [rotation] and free.

The space where said rotating shaft 205B moves up and down is sealed by the septum of the bellows 206 grade.

In that case, the contamination to the substrate treatment process to which said space is exhausted by the high vacuum state rather than said inner container 202 inside, and is carried out within said inner container 202 via the exhaust port which omitted the graphic display is avoided.

[0025]In order to perform this differential pumping certainly, the guard ring 203A which becomes said substrate holding stand 203 from silica glass so that the processed board W may be surrounded is formed. This guard ring 203A controls the conductance between the wall surfaces of said opening 201D formed so that said substrate holding stand might be accommodated into said substrate holding stand 203 and said outer vessel 201, When the inside of the space formed with said bellows 206 by this is exhausted to a high vacuum, differential pressure is certainly formed between said inside reaction vessels 202.

[0026]As for said opening 201D formed in the pars basilaris ossis occipitalis of said outer vessel 201, the wall surface is covered with the quartz liner 201d.

Said quartz liner 201d extends further caudad, and is a wrap about the wall of said substrate transportation part 204.

[0027]The exhaust groove parts 201a and 201b connected to the exhaust at the both sides of said opening 201D, respectively are formed in the pars basilaris ossis occipitalis of said outer vessel 201.

As for said exhaust groove part 201a, said exhaust groove part 201b is exhausted via the lead pipe 207b and the conductance valve 15B via the lead pipe 207a and the conductance valve 15A. In the state of drawing 2, said conductance valve 15A is set as an abbreviated closed state, and said conductance valve 15B is set as the opened state. In order to realize a reliable switching condition, also although said conductance valves 15A and 15B are called closed state, they leave

about 3% of valve opening rather than are closed thoroughly.

[0028]Said exhaust groove parts 201a and 201b are covered with the liner 208 which consists of silica glass, and the slit shape openings 209A and 209B are formed in said quartz bottom plate 202A corresponding to said exhaust groove parts 201a and 201b. In the example of drawing 2, the current plate 209 with which the exhaust port 14A explained to these slit shape openings 209A and 209B by drawing 1 or 14B was formed is formed in order to promote exhaust air of said inside reaction vessel 202 inside.

[0029]Furthermore, in said inside reaction vessel 202, the quartz gas nozzles 13A and 13B are formed, respectively so that said wafer 12 may be separated in said exhaust groove parts 201a and 201b and they may be countered. Then, the 1st raw gas introduced from said gas nozzle 13A flows through the inside of said inside reaction vessel 202 along the surface of said processed board 12, and is exhausted via said conductance valve 15A from the exhaust port 14A which counters. The 2nd raw gas similarly introduced from said gas nozzle 15B flows through the inside of said inside reaction vessel 202 along the surface of said processed board W, and is exhausted via said conductance valve 15B from the exhaust port 14B which opposes. Thus, the film formation made into a basic unit becomes possible about the molecular layer explained previously by passing the 1st and 2nd raw gas from said gas nozzle 13A by turns from said gas nozzle 13B to the exhaust port 14A or the exhaust port 14B.

[0030]Drawing 3 shows in detail the composition of the quartz bottom plate 202A which constitutes said inside reaction vessel 202.

[0031]With reference to drawing 3, the circular opening 202a corresponding to said processed board W is formed in said quartz bottom plate 202A, and the openings 209A and 209B corresponding to said exhaust groove parts 201a and 201b are formed in the both sides of said opening 202a. Furthermore in the example of drawing 3, the current plate 209 which has a slit which constitutes said exhaust port 14A or 14B corresponding to said openings 209A and 209B is formed. Corresponding to said gas nozzle 13A, the opening 210b is formed in said quartz bottom plate 202A for the opening 210a again corresponding to said gas nozzle 13B. By forming two or more said openings 210a or 210b in said quartz bottom plate 202A, it becomes possible to provide two or more said gas nozzles 13A or 13B in said inside treatment container 202.

[0032]When drawing 4 forms one molecular layer of ZrO_2 films at a time on the processed board 12 in drawing 1 and the substrate processing device 10 of 2, it is a flow chart which shows the membrane formation process sequence performed under control of said control device 10A.

[0033]With reference to drawing 4, in the first process 1, said conductance valves 15A and 15B are opened wide, and said switch valves 16A and 16B, It is controlled so that all supply the raw gas in the raw gas supply line 16a and 16b to the trap 100 via the purge lines 100a and 100b, respectively, the 1st state, i.e., purge state. As a result into said quartz reaction vessel 202, the Ar gas in said purge line 23b is supplied for the Ar gas in said purge line 23a via the raw gas feed ports 13A and 13B again, respectively. Thus, supplied Ar purge gas is discharged by the trap 100 from said exhaust ports 14A and 14B, respectively.

[0034]Next, in the process 2, the opening of said KONDAKU tongue valve 15A increases, and the opening of the conductance valve 15B decreases. As a result, in said quartz reaction vessel 202, the gas stream which flows into the exhaust port 14A arises from said gas inlet 13A.

[0035]Next, in the process 3, said switch valve 16A is changed from said 1st state to the 2nd state. The $ZrCl_4$ gas in said raw gas supply line 16a is introduced as gas stream LF₁ as shown in drawing 5 in said quartz reaction vessel 202 from said 1st raw gas feed port 13A. Thus, as explained previously, introduced $ZrCl_4$ gas stream LF₁ becomes the flow which met the substrate, flows through the surface of said processed board 12, and is discharged from said exhaust port 14A. By this process, the surface of said processed board 12 is adsorbed by about one molecular layer in $ZrCl_4$. In said process 3, said 2nd switch valve 16B is in said 1st state, and Ar purge gas in the line 23a is introduced into said quartz reaction vessel 202 from said 2nd raw gas feed port 13B. As a result, the $ZrCl_4$ raw gas introduced from said 1st raw gas feed port 13A trespasses upon said 2nd raw gas feed port 13B, and the problem which produces a sludge is not produced.

[0036]Next, in the process 4, said switch valve 16A is returned to the 1st original state, and the inside of said reaction vessel 202 is purged by Ar gas.

[0037] Furthermore, in the process 5, the opening of said KONDAKU tongue valve 15A decreases, and the opening of the conductance valve 15B increases. As a result, in said quartz reaction vessel 202, the gas stream which flows into the exhaust port 14B arises from said gas inlet 13B.

[0038] Next, in the process 6, said switch valve 16B is changed from said 1st state to the 2nd state. The H₂O gas in said raw gas supply line 16b is introduced as gas stream LF₂, as shown in drawing 6 in said quartz reaction vessel 202 from said 2nd raw gas feed port 13B. Thus, as explained previously, introduced H₂O gas stream LF₂ serves as a flow which met the substrate, flows through the surface of said processed board 12, and is discharged from said exhaust port 14B. In the surface of said processed board 12, ZrCl₄ to which it was sticking previously is hydrolyzed by this process, and the ZrO₂ film of about 1 molecular layer thickness is formed of it. In said process 6, said 1st switch valve 16A is in said 1st state, and Ar purge gas in the line 23a is introduced into said quartz reaction vessel 202 from said 2nd raw gas feed port 13A. As a result, the H₂O gas introduced from said 2nd raw gas feed port 13B trespasses upon said 1st raw gas feed port 13A, and the problem which produces a sludge is not produced.

[0039]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, since it is preferred that material gas forms the flow which met the substrate in said quartz reaction vessel 202 in such a membrane formation process, The gas nozzles 13A and 13B have a slit shape long and slender nozzle orifice part, and the exhaust ports 14A and 14B are also formed in long and slender slit shape corresponding to this.

[0040] For this reason, when purging the reaction vessel 202 at the process 1 of drawing 4, purge gas will be exhausted from said exhaust ports 14A and 14B, but. The conductance of the exhaust ports 14A and 14B of slit shape is restricted, For this reason, when being designed so that the substrate processing device 10 may treat the substrate of a major diameter, for example, the wafer of the diameter of 30 cm, as the processed board 12, Even if it opens the conductance valves 15A and 15B fully in a loan, exhausting the reaction vessel 202 of large capacity will take time, and the throughput of substrate treatment will fall. On the other hand, when the opening area of said exhaust ports 14A and 14B, especially the width measured along the gas flow direction are increased in order to raise the efficiency at the time of exhaust air, the flow of the material gas in said reaction vessel 202 is confused, and there is a possibility that adsorption of the material gas of one molecular layer cannot be ensured.

[0041] So, in this invention, substrate treatment speed improved substantially by providing the mechanism in which the exhaust speed of a processing chamber is raised after film growth, attaining the flow which met the substrate at the time of film growth, in order to solve the above-mentioned technical problem.

[0042]

[Means for Solving the Problem] A treatment container provided with a substrate holding stand holding a processed board as this invention indicated the above-mentioned technical problem to claim 1, The 1st treatment space and 2nd treatment space that were formed with a movable separating wall in said treatment container, The 1st gas supply system that supplies the 1st raw gas to said 1st treatment space, The 2nd gas supply system that supplies the 2nd raw gas to said 1st treatment space, The 1st exhaust system combined with said 1st treatment space, and the 2nd exhaust system combined with said 2nd treatment space, It has a drive system to which said movable separating wall is moved between the 1st state and the 2nd state, With a substrate processing device, wherein said 1st treatment space and said 2nd treatment space are separated in said 1st state of said movable separating wall and said 1st treatment space and said 2nd treatment space are connected in said 2nd state. Or the substrate processing device according to claim 1, wherein said 2nd exhaust system has an exhaust speed higher than said 1st exhaust system or said 2nd exhaust system, It has the substrate processing device according to claim 2 containing a turbo-molecular pump or a control system which controls said drive system, and said 1st gas supply system and said 2nd gas supply system further, In said 1st state of said movable separating wall said control system said drive system and said 1st gas supply system, and said 2nd gas supply system, The 1st step at which said 1st raw gas is introduced into said 1st treatment space from said 1st gas supply system, The 2nd step that makes said movable separating wall change in said 2nd state after said 1st step, The 3rd step at

which said movable separating wall is made to change in said 1st state after said 2nd step, and said 2nd raw gas is introduced into said 1st treatment space from said 2nd gas supply system, With a substrate processing device given in any 1 paragraph among claims 1–3 controlling said movable separating wall sequentially after said 3rd step to the 4th step that makes said 2nd state change. With or a substrate processing device given [among claims 1–4, wherein said movable wall engages with a covering device of said treatment container in said 1st state] in any 1 paragraph. Or in said 1st treatment space, said 1st gas supply system and said 2nd gas supply system are connected to a showerhead, and said 1st and 2nd raw gas, A substrate processing device given in any 1 paragraph, or said movable wall among claims 1–5 introducing from said showerhead in said 1st treatment space, With the substrate processing device according to claim 6 engaging with said some of showerheads in said 1st state. Or inside of claims 1–7, wherein said 1st exhaust system can form a flow which met said processed board in the 1st and 2nd distributed gas that has an adjusting device of conductance and is introduced from said Java head, A treatment container provided with a substrate holding stand holding a substrate processing device given in any 1 paragraph, or a processed board, The 1st treatment space and 2nd treatment space that were formed with a movable separating wall in said treatment container, The 1st gas supply system that supplies the 1st raw gas to said 1st treatment space, It has the 2nd gas supply system that supplies the 2nd raw gas to said 1st treatment space, the 1st exhaust system combined with said 1st treatment space, the 2nd exhaust system combined with said 2nd treatment space, and a drive system to which said movable separating wall is moved between the 1st state and the 2nd state, In said 1st state of said movable separating wall, said 1st treatment space and said 2nd treatment space are separated, It is a substrate treating method using a substrate processing device with which said 1st treatment space and said 2nd treatment space are connected in said 2nd state, (A) A process which supplies the 1st raw gas from said 1st gas supply system all over said 1st treatment space in said 1st state, and is exhausted from said 1st exhaust system, (B) In said 2nd state, said 1st treatment space after said process (A) according to said 2nd exhaust system. After a process exhausted via said 2nd treatment space, and the (C) aforementioned process (B), A process which supplies said 2nd raw gas from said 1st raw gas supply system all over said 1st treatment space in said 1st state, and is exhausted from said 1st exhaust system, (D) With a substrate treating method consisting of a process of exhausting said 1st treatment space via said 2nd treatment space after said process (C) in said 2nd state according to said 2nd exhaust system. Or in said process (B) and (D), at the substrate treating method according to claim 9, wherein the vacuum purge of said 1st treatment space is carried out, or said process (A) to said processed substrate face. A raw gas molecular layer which consists of said 1st raw gas molecule adsorbs, and in said process (C). With the substrate treating method according to claim 9 or 10, wherein said raw gas molecular layer reacts to said 2nd raw gas and a layer of thickness of one atomic layer is substantially formed in said processed substrate face. Or after said after [said process (A)] and process (B) front, and said process (C), With a substrate treating method given in any 1 paragraph among claims 9–11 including further a process (E) of introducing inactive gas in the 1st state of said movable separating wall before said process (D) in said 1st treatment space. Or in said process (E), it solves with the substrate treating method according to claim 12, wherein residual gas in said 1st treatment space is exhausted by said 2nd exhaust system via said 2nd treatment space with said inactive gas.

[0043]In a film deposition system which according to this invention performs film growth while changing material gas by turns, By having the aforementioned mechanism, restriction of an exhaust speed by limited conductance which had become a problem in an exhaust process performed via an exhaust port of slit shape like before is solved, and it becomes possible to raise purge speed in a treatment container after desired molecular layer growth. As a result, it became possible to raise a throughput of substrate treatment. One molecular layer is grown up at the time of film growth, maintaining a flow which met a substrate by exhausting the 1st treatment space that raises said separating wall and contains said substrate holding stand by the 1st exhaust system. Then, by lowering said separating wall and exhausting a processing chamber by the 2nd big exhaust system of an exhaust speed, an exhaust speed went up substantially and substrate treatment speed improved.

[0044]

[Embodiment of the Invention]The [1st example] Drawing 7 shows the composition of the

substrate processing device 40 by the 1st example of this invention. However, the same reference mark is given to the portion explained previously among a figure, and explanation is omitted.

[0045]With reference to drawing 7, the outer vessel 41 which consists of aluminum etc. consists of 302 which constitutes the container upper part, and 301 which constitutes the container lower part. Said 301 has the crevice 301A in the lower part, and the opening 301C for the disk-like substrate holding stand 303 to be installed in the center is formed. The cylindrical separating wall 304 which can be driven up and down is installed in said 301 partes basilaris ossis occipitalis by the motor of 305, and it has the function to divide the inside 41C of a processing chamber into the 1st treatment space containing a substrate holding stand and the 2nd treatment space. As for said separating wall 304, with the magnetic seal 301D, the airtightness of said inside 41C of a processing chamber and the processing chamber exterior is maintained. Furthermore, said separating wall is inserted, the 1st exhaust system 307 that has the conductance variable valve 35 is installed in the treatment container inside which is a substrate holding stand side, and, outside, the 2nd exhaust system 308 that has TMP(turbo-molecular pump) 306 is established at said 301 partes basilaris ossis occipitalis. In the state in this figure, said conductance valve 35 is approximately close, and the inside 41C of a treatment container is exhausted through said 2nd exhaust system 308. Since said TMP304 is installed in said 2nd exhaust system 308, a high exhaust speed can be taken as compared with the case where it exhausts from said 1st exhaust system 307.

[0046]Said processed board 12 is carried in from the feed port 301B established in said side of 301. Inactive gas, such as material gas for performing substrate treatment and Ar, is supplied through said gas supply cover of 302. Inactive gas, such as material gas and Ar, is introduced from 16A and 16B which were connected to said gas supply cover of 302, at least one or more installed in said treating substrate side of 302 after fully being spread in the space 302A provided in 302 --- a blow of gas is carried out and it is supplied in a treatment container from the hole 302A (showerhead).

[0047]Although this figure shows the 2nd state where the inside of the treatment container according to claim 1 is not divided, the 1st state according to claim 1 at the time of said separating wall 304 going up next, and dividing the inside of a treatment container is explained using drawing 8. However, the same reference mark is given to the portion explained previously among a figure, and explanation is omitted.

[0048]With reference to drawing 8, said separating wall 304 goes up by said motor 305 from the state of drawing 7, and the inside of a treatment container is divided into the 1st treatment space 41A containing said substrate holding stand 303 and the 2nd treatment space 41B. In said this 2nd state, inactive gas, such as material gas and Ar, is supplied to said 1st treatment space 41A from said gas supply cover 302. These supplied gases are exhausted by said 1st exhaust system 307. Since said conductance valve of 35 is installed in said 307, it is possible to adjust flueing speed to a desired value, and it is possible to form the flow which met the required substrates face in the process of film growth.

The [2nd example] Drawing 9 shows the composition of the 2nd example of this invention which forms an aluminum₂O₃ film in the first half processed board 12 surface using the substrate processing device 40 of drawing 7 and drawing 8. However, the same reference mark is given to the portion explained previously among a figure, and explanation is omitted.

[0049]With reference to drawing 9, by this example, TMA (trimethylaluminum) is held at said ingredient container 20A, and TMA in said ingredient container 20A is supplied to said 1st treatment space 41A in said treatment container 40 through the change valve 16A and said gas supply cover 302.

[0050]The control device 40A which controls a membrane formation process is formed in the substrate processing device 40 of drawing 9, and said control device 40A is controlling said change valves 16A and 16B, the conductance valve 35C, and the motor 305 to which the slide drive of said separating wall 304 is carried out.

[0051]In the system of drawing 9, since the feeding system containing the ingredient container 20C is not used, it is omitting the graphic display.

[0052]Drawing 10 is a flow chart which shows the substrate treatment process performed using the system of drawing 9.

[0053]with reference to drawing 10, said separating wall 304 descends in the process of Step 10 — said conductance valve 35 — an opening — it is in the state of smallness and the inside of a treatment container is exhausted through said 2nd exhaust system 308.

[0054]Next, said separating wall 304 goes up in Step 11, and the inside of a treatment container is divided into the 1st treatment space 41A containing said substrate holding stand 303 and the 2nd treatment space 41B. H₂O gas is introduced into said 1st treatment space 41A from said valve 16B through said gas supplying section 302. An exhaust speed is adjusted with said conductance valve 35 so that it may become a flow along the surface of said processed board 12, and the introduced H₂O gas is exhausted by said 1st exhaust system 307. In connection with this, only one molecular layer is adsorbed in an H₂O molecule in said substrate face. A little Ar gas is supplied from said valve 16A between said step 11, and H₂O gas is prevented from flowing backwards to said valve 16A side through said gas supplying section 302.

[0055]Next, in the process of Step 12, said separating wall 304 descends, the opening of the conductance valve 35 becomes small, said valves 16A and 16B will be in a close state, and the inside of a treatment container will be exhausted through said 2nd exhaust system 308.

[0056]Next, said separating wall 304 goes up in Step 13, and the inside of a treatment container is divided into the 1st treatment space 41A containing said substrate holding stand 303 and the 2nd treatment space 41B. TMA gas is introduced into said 1st treatment space 41A from said valve 16A through said gas supplying section 302. An exhaust speed is adjusted with said conductance valve 35 so that it may flow along the surface of said processed board 12, and the introduced TMA gas is exhausted by said 1st exhaust system 307. As a result, aluminum₂O₃ of one molecular layer is formed in the surface of said processed board 12. A little Ar gas is supplied from said valve 16B between said step 13, and TMA gas is prevented from flowing backwards to said valve 16B side through said gas supplying section 302.

[0057]By repeating the process of Steps 10–13, one every molecular layer and quality aluminum₂O₃ can be formed in said processed substrate face. Since the very high exhaust speed in a treatment container can be taken in comparison with the conventional method by using said 2nd exhaust system 308 in which said TMP306 was installed in this invention, Time to discharge the residual gas in a treatment container in said steps 10 and 12 can be shortened, and it becomes possible to shorten substrate treatment time. The purge process in a treatment container becomes unnecessary. It is also possible to add the process of the purge in a treatment container to the process of said drawing 10, and the residual gas exhaust time in a treatment container can be further shortened in this case.

The [3rd example] Drawing 11 is an example at the time of adding the purge process in a treatment container to the process of drawing 10. with reference to drawing 11, said separating wall 304 descends in the process of Step 20 — said conductance valve 35 — an opening — it is in the state of smallness. From said valves 16A and 16B, Ar gas is supplied through said gas supplying section 302, the inside of a treatment container is exhausted through said 2nd exhaust system 308, and the inside of a treatment container is purged.

[0058]Next, said separating wall 304 goes up in Step 21, and the inside of a treatment container is divided into the 1st treatment space 41A containing said substrate holding stand 303 and the 2nd treatment space 41B. H₂O gas is introduced into said 1st treatment space 41A from said valve 16B through said gas supplying section 302. An exhaust speed is adjusted with said conductance valve 35 so that it may flow along the surface of said processed board 12, and the introduced H₂O gas is exhausted by said 1st exhaust system 307. In connection with this, only one molecular layer is adsorbed in an H₂O molecule in said substrate face. A little Ar gas is supplied from said valve 16A between said step 11, and H₂O gas is prevented from flowing backwards to said valve 16A side through said gas supplying section 302.

[0059]next — said separating wall 304 descends in the process of Step 22 — said conductance valve 35 — an opening — it is in the state of smallness. From said valves 16A and 16B, Ar gas is supplied through said gas supplying section 302, the inside of a treatment container is exhausted through said 2nd exhaust system 308, and the inside of a treatment container is purged.

[0060]Next, said separating wall 304 goes up in Step 23, and the inside of a treatment container

is divided into the 1st treatment space 41A containing said substrate holding stand 303 and the 2nd treatment space 41B. TMA gas is introduced into said 1st treatment space 41A from said valve 16A through said gas supplying section 302. An exhaust speed is adjusted with said conductance valve 35 so that it may become the flow which met the substrate along the surface of said processed board 12 and may flow, and the introduced TMA gas is exhausted by said 1st exhaust system 307. As a result, aluminum₂O₃ of one molecular layer is formed in the surface of said processed board 12. A little Ar gas is supplied from said valve 16B between said step 23, and TMA gas can be prevented from flowing backwards to said valve 16A side through said gas supplying section 302.

[0061]By repeating the process of Steps 20–23, one every molecular layer and quality aluminum₂O₃ can be formed in said processed substrate face.

The [4th example] In the method of said drawing 10, in order to aim at the flow stability at the time of gas supply, as shown in drawing 12, a gas supplying method may be changed again.

Drawing 12 is the substrate processing device 50 which changed the gas supplying method in the case of drawing 10. However, the same reference mark is given to the portion explained previously among a figure, and explanation is omitted. With reference to drawing 12, said change valve 16A in drawing 10 is transposed to three valves, valve 16Aa, valve 16Ab, and valve 16Ac. Said change valve 16B is similarly transposed to three valves, 16Ba, 16Bb, and 16Bc. The control device 50A which controls a membrane formation process is formed in the substrate processing device 50 of drawing 9. Said control device 50A is controlling said valve 16Aa, 16Ab, 16Ac, 16Ba, 16Bb, 16Bc, the conductance valve 35C, and the motor 305 to which the slide drive of said separating wall 304 is carried out. The flow chart of the substrate treatment process at the time of using the system of drawing 12 is shown in drawing 13. With reference to drawing 13, in Step 30, said separating wall 304 descends first, and the opening of said conductance valve 35 becomes small. Said valve 16Aa, 16Ab, 16Ac, 16Ba, and 16Bb serve as close, and the inside of a treatment container is exhausted through said 2nd exhaust system 308. At this time, said valve 16Bc serves as open, and H₂O gas is exhausted through said 101b. On the characteristic of a mass flow rate controller, since this has a phenomenon which becomes unstable [a flow] at the time of a control-of-flow start, it is for exhausting the distributed gas of a gas introducing initial. Next, said separating wall 304 goes up in Step 31, and the inside of a treatment container is divided into the 1st treatment space 41A containing said substrate holding stand 303 and the 2nd treatment space 41B. H₂O gas is introduced into said 1st treatment space 41A from said valve 16Bb through said gas supplying section 302. Said valve 16Ab, 16Ac, 16Ba, and 16Bc serve as close. An exhaust speed is adjusted with said conductance valve 35 so that it may flow along the surface of said processed board 12, and the introduced H₂O gas is exhausted by said 1st exhaust system 307. In connection with this, only one molecular layer is adsorbed in an H₂O molecule in said substrate face. A little Ar gas is supplied from said valve 16Aa between said step 31, and H₂O gas is prevented from flowing backwards to the said valve 16Aa, 16Ab, and 16Ac side through said gas supplying section 302. Next, said separating wall 304 descends in Step 32, and the opening of said conductance valve 35 becomes small. Said valve 16Aa, 16Ab, 16Ba, 16Bb, and 16Bc serve as close, and the inside of a treatment container is exhausted through said 2nd exhaust system 308. At this time, said valve 16Ac serves as open, and TMA gas is exhausted through said 101a. On the characteristic of a mass flow rate controller, since this has a phenomenon which becomes unstable [a flow] at the time of a control-of-flow start, it is for exhausting the distributed gas of a gas introducing initial. Next, said separating wall 304 goes up in Step 33, and the inside of a treatment container is divided into the 1st treatment space 41A containing said substrate holding stand 303 and the 2nd treatment space 41B. TMA gas is introduced into said 1st treatment space 41A from said valve 16Ab through said gas supplying section 302. Said valve 16Aa, 16Ac, 16Bb, and 16Bc serve as close. An exhaust speed is adjusted with said conductance valve 35 so that it may flow along the surface of said processed board 12, and the introduced TMA gas is exhausted by said 1st exhaust system 307. In connection with this, only one molecular layer is adsorbed in an aluminum₂O₃ molecule in said substrate face. A little Ar gas is supplied from said valve 16Aa between said step 31, and TMA gas is prevented from flowing backwards to the said valve 16Ba, 16Bb, and 16Bc side through

said gas supplying section 302. Drawing 14 is a figure showing the residual gas concentration of the treatment container in the drawing 10 step 12, and the residual gas concentration of the treatment container which can set Step 22 in drawing 11 as compared with the case where the conventional conductance valves 15A and 15B of drawing 2 are used. When the time taken for residual gas concentration to decrease till 5% of the beginning with reference to drawing 12 was this invention, it ended in 0.16 second by the case where there is no purge process, and when the purge process was added further, it became possible to stop at 0.1 second. As compared with the conventional case, this will be 33%, if a purge process is added 53% by the case where he has no purge process, and it turns out that it is possible to raise substrate treatment speed. [Effect of the Invention]In the film deposition system which according to this invention performs film growth while changing material gas by turns, By having the aforementioned mechanism, the restriction of the exhaust speed by the limited conductance which had become a problem in the exhaust process performed via the exhaust port of slit shape like before is solved, and it becomes possible to raise the purge speed in the treatment container after desired molecular layer growth. As a result, it became possible to raise the throughput of substrate treatment. One molecular layer is grown up at the time of film growth, maintaining the flow which met the substrate by exhausting the 1st treatment space that raises said separating wall and contains said substrate holding stand by the 1st exhaust system. Then, by lowering said separating wall and exhausting a processing chamber by the 2nd big exhaust system of an exhaust speed, the exhaust speed went up substantially and substrate treatment speed improved.

[Translation done.]

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、前記処理容器中に、可動分割壁により画成された第 1 の処理空間と第 2 の処理空間と、前記第 1 の処理空間に第 1 の処理ガスを供給する第 1 のガス供給系と、前記第 1 の処理空間に第 2 の処理ガスを供給する第 2 のガス供給系と、前記第 1 の処理空間に結合された第 1 の排気系と、前記第 2 の処理空間に結合された第 2 の排気系と、前記可動分割壁を第 1 の状態と第 2 の状態との間で移動させる駆動系を有し、前記可動分割壁の前記第 1 の状態において前記第 1 の処理空間と前記第 2 の処理空間とは分離され、前記第 2 の状態において前記第 1 の処理空間と前記第 2 の処理空間とは連結されることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】 前記第 2 の排気系は、前記第 1 の排気系より排気速度が高いことを特徴とする請求項 1 記載の基板処理装置。

【請求項 3】 前記第 2 の排気系は、ターボ分子ポンプを含むことを特徴とする請求項 2 記載の基板処理装置。

【請求項 4】 さらに前記駆動系および前記第 1 のガス供給系と前記第 2 のガス供給系とを制御する制御系を備え、前記制御系は前記駆動系および前記第 1 のガス供給系と前記第 2 のガス供給系とを、前記可動分割壁の前記第 1 の状態において、前記第 1 のガス供給系から前記第 1 の処理ガスが前記第 1 の処理空間に導入される第 1 のステップと、前記第 1 のステップの後、前記可動分割壁を前記第 2 の状態に遷移させる第 2 のステップと、前記第 2 のステップの後、前記可動分割壁を前記第 1 の状態に遷移させ、前記第 2 のガス供給系から前記第 2 の処理ガスが前記第 1 の処理空間に導入される第 3 のステップと、前記第 3 のステップの後、前記可動分割壁を前記第 2 の状態に遷移させる第 4 のステップとに順次制御することを特徴とする請求項 1～3 のうち、いずれか一項記載の基板処理装置。

【請求項 5】 前記可動壁は、前記第 1 の状態において、前記処理容器の蓋部に係合することを特徴とする請求項 1～4 のうち、いずれか一項記載の基板処理装置。

【請求項 6】 前記第 1 のガス供給系および前記第 2 のガス供給系は、前記第 1 の処理空間においてシャワーヘッドに接続されており、前記第 1 および第 2 の処理ガスは、前記第 1 の処理空間において前記シャワーへッドから導入されることを特徴とする請求項 1 から 5 のうち、いずれか一項記載の基板処理装置。

【請求項 7】 前記可動壁は、前記第 1 の状態において前記シャワーへッドの一部に係合することを特徴とする請求項 6 記載の基板処理装置。

【請求項 8】 前記第 1 の排気系はコンダクタンスの調

整装置を有し、前記シャワーへッドから導入される第 1 および第 2 の供給ガスを前記被処理基板に沿った流れを形成できることを特徴とする請求項 1～7 のうち、いずれか一項記載の基板処理装置。

【請求項 9】 被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、前記処理容器中に、可動分割壁により画成された第 1 の処理空間と第 2 の処理空間と、前記第 1 の処理空間に第 1 の処理ガスを供給する第 1 のガス供給系と、前記第 1 の処理空間に第 2 の処理ガスを供給する第 2 のガス供給系と、前記第 1 の処理空間に結合された第 1 の排気系と、前記第 2 の処理空間に結合された第 2 の排気系と、前記可動分割壁を第 1 の状態と第 2 の状態との間で移動させる駆動系を有し、前記可動分割壁の前記第 1 の状態において前記第 1 の処理空間と前記第 2 の処理空間とは分離され、前記第 2 の状態において前記第 1 の処理空間と前記第 2 の処理空間とは連結されることを特徴とする基板処理装置を使った基板処理方法であって、

(A) 前記第 1 の状態において前記第 1 の処理空間中に前記第 1 のガス供給系から第 1 の処理ガスを供給し、前記第 1 の排気系から排気する工程と、

(B) 前記工程 (A) の後、前記第 2 の状態において前記第 1 の処理空間を、前記第 2 の排気系により、前記第 2 の処理空間を介して排気する工程と、

(C) 前記工程 (B) の後、前記第 1 の状態において前記第 1 の処理空間中に前記第 1 の処理ガス供給系から前記第 2 の処理ガスを供給し、前記第 1 の排気系から排気する工程と、

(D) 前記工程 (C) の後、前記第 2 の状態において前記第 1 の処理空間を、前記第 2 の排気系により前記第 2 の処理空間を介して排気する工程とよりなることを特徴とする基板処理方法。

【請求項 10】 前記工程 (B) および (D) においては、前記第 1 の処理空間は真空ページされることを特徴とする請求項 9 記載の基板処理方法。

【請求項 11】 前記工程 (A) では、前記被処理基板表面に、前記第 1 の処理ガス分子よりも処理ガス分子層が吸着され、前記工程 (C) では、前記処理ガス分子層が前記第 2 の処理ガスと反応し、前記被処理基板表面に実質的に 1 原子層の厚さの層が形成されることを特徴とする請求項 9 または 10 記載の基板処理方法。

【請求項 12】 前記工程 (A) の後、前記工程 (B) の前と、前記工程 (C) の後、前記工程 (D) の前に、前記第 1 の処理空間に、前記可動分割壁の第 1 の状態において不活性ガスを導入する工程 (E) をさらに含むことを特徴とする請求項 9～11 のうち、いずれか一項記載の基板処理方法。

【請求項 13】 前記工程 (E) では、前記第 1 の処理空間中の残留ガスが、前記不活性ガスと共に、前記第 2 の排気系により、前記第 2 の処理空間を介して排気されることを特徴とする請求項 12 記載の基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体装置に係り、特に高誘電体膜を有する超微細化高速半導体装置の製造に使われる基板処理装置および基板処理方法に関する。

【0002】今日の超高速半導体装置では、微細化プロセスの進歩とともに、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下のゲート長が可能になりつつある。一般に微細化とともに半導体装置の動作速度は向上するが、このように非常に微細化された半導体装置では、ゲート絶縁膜の膜厚を、微細化によるゲート長の短縮に伴って、スケーリング則に従って減少させる必要がある。

【0003】しかしゲート長が $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下になると、ゲート絶縁膜の厚さも、 SiO_2 を使った場合、 $1\sim2\text{ nm}$ 、あるいはそれ以下に設定する必要があるが、このように非常に薄いゲート絶縁膜ではトンネル電流が増大し、その結果ゲートリーキ電流が増大する問題を回避することができない。

【0004】このような事情で従来より、比誘電率が SiO_2 膜のものよりもはるかに大きく、このため実際の膜厚が大きくて SiO_2 膜に換算した場合の膜厚が小さい Ta_2O_5 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 ZrSiO_4 、 HfSiO_4 のような高誘電体材料をゲート絶縁膜に対して適用することが提案されている。このような高誘電体材料を使うことにより、ゲート長が $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下と、非常に微細な超高速半導体装置においても $1\sim2\text{ nm}$ あるいはそれ以下の膜厚のゲート絶縁膜を使うことができ、トンネル効果によるゲートリーキ電流を抑制することができる。

【0005】このような高誘電体ゲート絶縁膜を Si 基板上に形成する際には、高誘電体ゲート絶縁膜を構成する金属元素が Si 基板中に拡散するのを抑制するために、厚さが 1 nm 以下、典型的には 0.8 nm 以下の SiO_2 膜を前記 Si 基板上にベース酸化膜として形成し、かかる非常に薄い SiO_2 ベース酸化膜上に前記高誘電体ゲート絶縁膜を形成する必要がある。その際、前記高誘電体ゲート絶縁膜を、膜中に界面準位などの欠陥が形成されないように形成しなければならない。また、かかる高誘電体ゲート絶縁膜を前記ベース酸化膜上に形成する際に、組成を前記ベース酸化膜に接する側から高誘電体ゲート絶縁膜上主面に向かって、 SiO_2 を主とする組成から高誘電体を主とする組成に徐々に変化させるのが好ましい。

【0006】高誘電体ゲート絶縁膜を欠陥を含まないように形成しようとすると、荷電粒子が関与するプラズマプロセスを使うことはできない。例えばかかる高誘電体ゲート絶縁膜をプラズマCVD法で形成すると、膜中にホットキャリアのトラップとして作用する欠陥がプラズマダメージの結果として形成されてしまう。

【0007】一方、かかる高誘電体ゲート絶縁膜を熱C

V D法により形成しようとすると、下地となるベース絶縁膜の性質により、膜厚が大きく変動することが、先に本発明の発明者により見出された。換言すると、かかる高誘電体ゲート絶縁膜を従来のCVD法で形成しようとすると膜表面が不規則になり、かかる表面が不規則なゲート絶縁膜上にゲート電極を形成した場合、半導体装置の動作特性が劣化してしまう。

【0008】

【従来の技術】そこで本発明の発明者は先に、上記の課題を解決すべく、以下に説明する基板処理方法および処理装置を提案した。

【0009】図1は、本発明の発明者が先に提案した処理ガスを交互に供給して成膜プロセスを行う基板処理装置10の構成を示す。このような成膜プロセスは、原子層堆積プロセスあるいはALDプロセスと呼ばれる場合がある。このプロセスでは、被処理基板上に第1の原料ガスと第2の原料ガスとを交互に、被処理基板表面に沿って流れの形で供給し、第1の原料ガス中の原料ガス分子を被処理基板表面に吸着させ、これを第2の原料ガス中の原料ガス分子と反応させることにより1分子層分の厚さの膜を形成する。このプロセスを繰り返すことにより、被処理基板表面にゲート絶縁膜として使用可能な高品質な誘電体膜、特に高誘電体膜が形成される。

【0010】図1を参照するに、前記基板処理装置10は被処理基板12を隔てて互いに対向する処理ガス導入口13Aおよび13Bと、前記被処理基板12を隔てて前記処理ガス導入口13Aおよび13Bにそれぞれ対向する細長いスリット状の排気口14A、14Bとを備えた処理容器11を含み、前記排気口14Aおよび14Bはそれぞれコンダクタンスバルブ15Aおよび15Bを介してトラップ100に接続され、前記処理容器11は前記トラップ100を介して排気される。

【0011】さらに、前記処理容器11には、前記処理ガス導入口13Aに隣接して、別の処理ガス導入口13Cが、前記排気口14Aに対向するように形成されている。

【0012】前記処理ガス導入口13Aは切替バルブ16Aの第1の出口に接続され、前記切替バルブ16Aはバルブ17A、質量流量コントローラ18A、および別のバルブ19Aを含む第1の原料供給ライン16aを介して ZrCl_4 を保持する原料容器20Aに接続される。さらに、前記第1の原料供給ライン16aに隣接して、バルブ21A、22Aを含み、 Ar 等の不活性ガスを供給するバージライン21aが設けられる。

【0013】さらに、前記切替バルブ16Aには、 Ar 等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Aおよび24Aを含むバルブバージライン23aが接続され、前記切替バルブ16Aの第2の出口はバージライン100aを介して前記トラップ100に接続される。

【0014】同様に、前記処理ガス導入口13Bは切替バルブ16Bの第1の出口に接続され、前記切替バルブ16Bはバルブ17B、質量流量コントローラ18B、および別のバルブ19Bを含む第1の原料供給ライン16bを介してH₂Oを保持する原料容器20Bに接続される。さらに、前記第1の原料供給ライン16bに隣接して、バルブ21B、22Bを含み、A_r等の不活性ガスを供給するバージライン21bが設けられる。

【0015】さらに、前記切替バルブ16Bには、A_r等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Bおよび24Bを含むバルブバージライン23bが接続され、前記切替バルブ16Bの第2の出口はバージライン100bを介して前記トラップ100に接続される。

【0016】さらに前記処理ガス導入口13Cは切替バルブ16Cの第1の出口に接続され、前記切替バルブ16Cはバルブ17C、質量流量コントローラ18C、および別のバルブ19Cを含む第1の原料供給ライン16cを介してS_iC_iを保持する原料容器20Cに接続される。さらに、前記第1の原料供給ライン16cに隣接して、バルブ21C、22Cを含み、A_r等の不活性ガスを供給するバージライン21cが設けられる。

【0017】さらに、前記切替バルブ16Cには、A_r等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Cおよび24Cを含むバルブバージライン23cが接続され、前記切替バルブ16Cの第2の出口はバージライン100cを介して前記トラップ100に接続される。

【0018】また、図1の基板処理装置10には成膜プロセスを制御する制御装置10Aが設けられ、前記制御装置10Aは後ほど図4～図7で説明するように、前記切替バルブ16A～16Cおよびコンダクタンスバルブ15Aおよび15Bを制御する。

【0019】図2は、図1の処理容器11を含む部分の詳細を示す。ただし図2中、図1に対応する部分は同一の参照符号で示されている。

【0020】図2を参照するに、前記処理容器11はA1等よりなる外側容器201と石英ガラスよりなる内側反応容器202とを有し、前記内側反応容器202は、前記外側容器201中に画成され、前記外側容器201の一部を構成するカバープレート201Aにより覆われる凹部中に收められる。

【0021】前記内側反応容器202は、前記凹部において前記外側容器201の底面を覆う石英底板202Aと、前記凹部内において前記石英底板202Aを覆う石英カバー202Bとなり、さらに前記外側容器の底部には、被処理基板Wを保持したディスク状の基板保持台203が收められる円形の開口部201Dが形成されている。前記基板保持台203中には、図示を省略する加熱機構が設けられている。

【0022】前記基板保持台203は前記外側処理容器201の下部に設けられた基板搬送部204により回動自在に、また同時に上下動自在に保持されている。前記基板保持台203は最上位のプロセス位置と最下位の基板出入位置との間を上下動可能に保持されており、前記プロセス位置は、前記保持台203上の被処理基板Wの表面が前記石英底板202Aの表面と略一致するよう決定されている。

【0023】一方、前記基板出入位置は、前記基板搬送部204の側壁面に形成された基板搬入出開口部204Aに対応して設定されており、前記基板保持台203が前記基板出入位置まで下降した場合、前記基板搬入出口204Aから搬送アーム204Bが挿入され、リフタピン（図示せず）により基板保持台203表面から持ち上げられた被処理基板Wを保持して取り出し、次の工程に送る。また、前記搬送アーム204Bは、新たな被処理基板Wを、前記基板搬入出開口部204Aを介して前記基板搬送部204中に導入し、これを前記基板保持台203上に載置する。

【0024】前記新たな被処理基板Wを保持した基板保持台203は、軸受部205中に磁気シール205Aにより保持された回動軸205Bにより回動自在に、また上下動自在に保持されており、前記回動軸205Bが上下動する空間は、ペローズ206等の隔壁により密閉されている。その際、前記空間は図示を省略した排気口を介して前記内側容器202内部よりも高真空状態に排気され、前記内側容器202内で行われる基板処理プロセスへの汚染が回避される。

【0025】かかる差動排気を確実に行うため、前記基板保持台203には被処理基板Wを囲むように石英ガラスよりなるガードリング203Aが設けられている。かかるガードリング203Aは、前記基板保持台203と前記外側容器201中に前記基板保持台を収容するように形成された前記開口部201Dの側壁面との間のコンダクタンスを抑制し、これにより前記ペローズ206で画成された空間内を高真空に排気した場合に前記内側反応容器202との間に差圧が確実に形成される。

【0026】前記外側容器201の底部に形成された前記開口部201Dは、側壁面が石英ライナー201dにより覆われており、前記石英ライナー201dはさらに下方に延びて前記基板搬送部204の内壁を覆う。

【0027】前記外側容器201の底部には、前記開口部201Dの両側にそれぞれ排気装置に接続された排気溝部201aおよび201bが形成されており、前記排気溝部201aは導管207aおよびコンダクタンスバルブ15Aを介して、また前記排気溝部201bは導管207bおよびコンダクタンスバルブ15Bを介して排気される。図2の状態では、前記コンダクタンスバルブ15Aが略閉状態に、また前記コンダクタンスバルブ15Bが開状態に設定されている。前記コンダクタンスバルブ15Bが開状態に設定されている。

ルブ15A, 15Bは、信頼性の高い開閉状態を実現するため、閉状態といえども完全に閉鎖するのではなく3%程度の弁開度を残しておく。

【0028】前記排気溝部201aおよび201bは石英ガラスよりなるライナー208により覆われており、前記排気溝部201a, 201bに対応してスリット状の開口部209A, 209Bが前記石英底板202Aに形成される。図2の実施例では、かかるスリット状の開口部209A, 209Bに、図1で説明した排気口14Aあるいは14Bが形成された整流板209が、前記内側反応容器202内部の排気を促進する目的で形成されている。

【0029】さらに前記内側反応容器202内には、石英ガスノズル13Aおよび13Bが、それぞれ前記排気溝部201aおよび201bに、前記ウェハ12を隔てて対向するように設けられている。そこで前記ガスノズル13Aから導入された第1の処理ガスは、前記内側反応容器202内を前記被処理基板12の表面に沿って流れ、対向する排気口14Aから前記コンダクタンスバルブ15Aを介して排気される。同様に前記ガスノズル15Bから導入された第2の処理ガスは、前記内側反応容器202内を前記被処理基板Wの表面に沿って流れ、対抗する排気口14Bから前記コンダクタンスバルブ15Bを介して排気される。このように第1および第2の処理ガスを交互に前記ガスノズル13Aから排気口14Aへと、あるいは前記ガスノズル13Bから排気口14Bへと流すことにより、先に説明した分子層を基本単位とする膜形成が可能になる。

【0030】図3は、前記内側反応容器202を構成する石英底板202Aの構成を詳細に示す。

【0031】図3を参考するに、前記石英底板202Aには前記被処理基板Wに対応した円形の開口部202aが形成されており、前記開口部202aの両側には、前記排気溝部201a, 201bに対応した開口部209Aおよび209Bが形成されている。さらに図3の例では、前記開口部209A, 209Bに対応して前記排気口14Aあるいは14Bを構成するスリットを有する整流板209が設けられている。また前記石英底板202Aには、前記ガスノズル13Aに対応して開口部210aが、また前記ガスノズル13Bに対応して開口部210bが形成されている。前記石英底板202Aに前記開口部210aあるいは210bを複数個形成することにより、前記内側処理容器202内に前記ガスノズル13Aあるいは13Bを複数個設けることが可能になる。

【0032】図4は、図1, 2の基板処理装置10において被処理基板12上にZrO₂膜を1分子層ずつ形成する際に、前記制御装置10Aの制御の下に実行される成膜プロセスシーケンスを示すフローチャートである。

【0033】図4を参考するに、最初の工程1において、前記コンダクタンスバルブ15A, 15Bは開放さ

れ、前記切替バルブ16Aおよび16Bは、いずれも処理ガス供給ライン16a, 16b中の処理ガスをそれぞれページライン100aおよび100bを介してトラップ100に供給するように第1の状態、すなわちページ状態に制御される。その結果前記石英反応容器202中には前記ページライン23a中のArガスが、また前記ページライン23b中のArガスが、それぞれ処理ガス導入口13Aおよび13Bを介して供給される。このようにして供給されたArページガスは、それぞれ前記排気口14Aおよび14Bからトラップ100に排出される。

【0034】次に工程2において、前記コンダクタンスバルブ15Aの開度が増大され、コンダクタンスバルブ15Bの開度が減少される。その結果、前記石英反応容器202中には、前記ガス導入口13Aから排気口14Aに流れるガス流が生じる。

【0035】次に工程3において前記切替バルブ16Aが前記第1の状態から第2の状態に切り替えられ、前記処理ガス供給ライン16a中のZrC14ガスが前記第2の処理ガス導入口13Aから前記石英反応容器202中に、図5に示すようにガス流LF₁として導入される。このようにして導入されたZrC14ガス流LF₁は先に説明したように、基板に沿った流れとなって前記被処理基板12の表面を流れ、前記排気口14Aより排出される。かかる工程により、前記被処理基板12の表面にはZrC14が1分子層程度吸着される。前記工程3においては、前記第2の切替バルブ16Bは前記第1の状態にあり、ライン23a中のArページガスが前記第2の処理ガス導入口13Bから前記石英反応容器202中に導入される。その結果、前記第1の処理ガス導入口13Aから導入されたZrC14処理ガスが前記第2の処理ガス導入口13Bに侵入し、析出物を生じる問題は生じない。

【0036】次に工程4において前記切替バルブ16Aが元の第1の状態に戻され、前記反応容器202中がArガスによりページされる。

【0037】さらに工程5において、前記コンダクタンスバルブ15Aの開度が減少され、コンダクタンスバルブ15Bの開度が増大される。その結果、前記石英反応容器202中には、前記ガス導入口13Bから排気口14Bに流れるガス流が生じる。

【0038】次に工程6において前記切替バルブ16Bが前記第1の状態から第2の状態に切り替えられ、前記処理ガス供給ライン16b中のH₂Oガスが前記第2の処理ガス導入口13Bから前記石英反応容器202中に、図6に示すようにガス流LF₂として導入される。このようにして導入されたH₂Oガス流LF₂は先に説明したように、基板に沿った流れとなって前記被処理基板12の表面を流れ、前記排気口14Bより排出される。かかる工程により、前記被処理基板12の表面におい

て、先に吸着していたZrC₁₄が加水分解され、約1分子層厚さのZrO₂膜が形成される。前記工程6においては、前記第1の切替バルブ16Aは前記第1の状態にあり、ライン23a中のArパージガスが前記第2の処理ガス導入口13Aから前記石英反応容器202中に導入される。その結果、前記第2の処理ガス導入口13Bから導入されたH₂Oガスが前記第1の処理ガス導入口13Aに侵入し、析出物を生じる問題は生じない。

【0039】

【発明が解決しようとする課題】ところでこのような成膜プロセスでは、前記石英反応容器202内に原料ガスが基板に沿った流れを形成するのが好ましいため、ガスノズル13A、13Bは細長いスリット状のノズル開口部を有し、これに対応して排気口14A、14Bも細長いスリット状に形成されている。

【0040】このため、図4の工程1で反応容器202をパージする場合、パージガスは前記排気口14Aおよび14Bから排気されることになるが、スリット形状の排気口14A、14Bのコンダクタンスは限られており、このため基板処理装置10が被処理基板12として大径の基板、例えば30cm径のウェハを扱うように設計されたものである場合、かりにコンダクタンス弁15Aおよび15Bを全開しても大容積の反応容器202を排気するのに時間がかかり、基板処理のスループットが低下してしまう。一方、排気時の効率を向上させるべく、前記排気口14A、14Bの開口部面積、特にガス流れ方向に沿って測った幅を増大させると、前記反応容器202中における原料ガスの流れが乱れてしまい、1分子層の原料ガスの吸着を確実に行うことができないおそれがある。

【0041】そこで本発明では上記の課題を解決するために、膜成長時の基板に沿った流れを達成しつつ、膜成長後においては処理室の排気速度を上昇させる機構を具備することにより、基板処理速度が大幅に向上了した。

【0042】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の課題を、請求項1に記載したように、被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、前記処理容器中に、可動分割壁により画成された第1の処理空間と第2の処理空間と、前記第1の処理空間に第1の処理ガスを供給する第1のガス供給系と、前記第1の処理空間に第2の処理ガスを供給する第2のガス供給系と、前記第1の処理空間に結合された第1の排気系と、前記第2の処理空間に結合された第2の排気系と、前記可動分割壁を第1の状態と第2の状態との間で移動させる駆動系を有し、前記可動分割壁の前記第1の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは分離され、前記第2の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは連結されることを特徴とする基板処理装置により、または前記第2の排気系は、前記第1の排気系より排気速度が

高いことを特徴とする請求項1記載の基板処理装置により、または前記第2の排気系は、ターボ分子ポンプを含むことを特徴とする請求項2記載の基板処理装置により、またはさらに前記駆動系および前記第1のガス供給系と前記第2のガス供給系とを制御する制御系を備え、前記制御系は前記駆動系および前記第1のガス供給系と前記第2のガス供給系とを、前記可動分割壁の前記第1の状態において、前記第1のガス供給系から前記第1の処理ガスが前記第1の処理空間に導入される第1のステップと、前記第1のステップの後、前記可動分割壁を前記第2の状態に遷移させる第2のステップと、前記第2のステップの後、前記可動分割壁を前記第1の状態に遷移させ、前記第2のガス供給系から前記第2の処理ガスが前記第1の処理空間に導入される第3のステップと、前記第3のステップの後、前記可動分割壁を前記第2の状態に遷移させる第4のステップとに順次制御することを特徴とする請求項1～3のうち、いずれか一項記載の基板処理装置により、または前記可動壁は、前記第1の状態において、前記処理容器の蓋部に係合することを特徴とする請求項1～4のうち、いずれか一項記載の基板処理装置により、または前記第1のガス供給系および前記第2のガス供給系は、前記第1の処理空間においてシャワーヘッドに接続されており、前記第1および第2の処理ガスは、前記第1の処理空間において前記シャワーヘッドから導入されることを特徴とする請求項1から5のうち、いずれか一項記載の基板処理装置により、または前記可動壁は、前記第1の状態において前記シャワーヘッドの一部に係合することを特徴とする請求項6記載の基板処理装置により、または前記第1の排気系はコンダクタンスの調整装置を有し、前記シャワーヘッドから導入される第1および第2の供給ガスを前記被処理基板に沿った流れを形成できることを特徴とする請求項1～7のうち、いずれか一項記載の基板処理装置により、または被処理基板を保持する基板保持台を備えた処理容器と、前記処理容器中に、可動分割壁により画成された第1の処理空間と第2の処理空間と、前記第1の処理空間に第1の処理ガスを供給する第1のガス供給系と、前記第1の処理空間に第2の処理ガスを供給する第2のガス供給系と、前記第1の処理空間に結合された第1の排気系と、前記第2の処理空間に結合された第2の排気系と、前記可動分割壁を第1の状態と第2の状態との間で移動させる駆動系を有し、前記可動分割壁の前記第1の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは分離され、前記第2の状態において前記第1の処理空間と前記第2の処理空間とは連結される基板処理装置を使った基板処理方法であって、（A）前記第1の状態において前記第1の処理空間中に前記第1のガス供給系から第1の処理ガスを供給し、前記第1の排気系から排気する工程と、（B）前記工程（A）の後、前記第2の状態において前記第1の処理空間を、前記第2の排気

系により、前記第2の処理空間を介して排気する工程と、(C) 前記工程(B)の後、前記第1の状態において前記第1の処理空間中に前記第1の処理ガス供給系から前記第2の処理ガスを供給し、前記第1の排気系から排気する工程と、(D) 前記工程(C)の後、前記第2の状態において前記第1の処理空間を、前記第2の排気系により前記第2の処理空間を介して排気する工程となりることを特徴とする基板処理方法により、または前記工程(B)および(D)においては、前記第1の処理空間は真空ページされることを特徴とする請求項9記載の基板処理方法により、または前記工程(A)では、前記被処理基板表面に、前記第1の処理ガス分子よりもなる処理ガス分子層が吸着され、前記工程(C)では、前記処理ガス分子層が前記第2の処理ガスと反応し、前記被処理基板表面に実質的に1原子層の厚さの層が形成されることを特徴とする請求項9または10記載の基板処理方法により、または前記工程(A)の後、前記工程

(B)の前と、前記工程(C)の後、前記工程(D)の前に、前記第1の処理空間に、前記可動分割壁の第1の状態において不活性ガスを導入する工程(E)をさらに含むことを特徴とする請求項9～11のうち、いずれか一項記載の基板処理方法により、または前記工程(E)では、前記第1の処理空間中の残留ガスが、前記不活性ガスと共に、前記第2の排気系により、前記第2の処理空間を介して排気されることを特徴とする請求項12記載の基板処理方法により、解決する。

【0043】本発明によれば、原料ガスを交互に切り替えながら膜成長を行う成膜装置において、前記の機構を有することにより、従来のようなスリット形状の排気口を介して行う排気工程において問題となっていた、限られたコンダクタンスによる排気速度の制限が解消し、所望の分子層成長後における処理容器内のページ速度を向上させることが可能になる。その結果、基板処理のスループットを向上させることができた。膜成長時は前記分割壁を上げて前記基板保持台を含む第1の処理空間を、第1の排気系で排気することにより基板に沿った流れを維持しながら1分子層の成長を行う。その後、前記分割壁を下げて排気速度の大きな第2の排気系で処理室を排気することにより排気速度が大幅に上昇し、基板処理速度が向上した。

【0044】

【発明の実施の形態】 [第1実施例] 図7は、本発明の第1実施例による基板処理装置40の構成を示す。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0045】図7を参考するに、A1等となる外側容器41は、容器上部を構成する302と、容器下部を構成する301からなる。前記301は、下部に凹部301Aを有し、その中心にディスク状の基板保持台303が設置されるための開口部301Cが設けられている。

前記301底部には、305のモータにより上下に駆動が可能な円筒状の分割壁304が設置されており、処理室内部41Cを基板保持台を含む第1の処理空間と第2の処理空間に分割する機能を有する。前記分割壁304は磁気シール301Dにより、前記処理室内部41Cと処理室外部との気密が保たれている。さらに前記301底部には、前記分割壁をはさんで、基板保持台側である処理容器内側にコンダクタンス可変バルブ35を有する第1の排気系307が設置され、外側には、TMP(ターボ分子ポンプ)306を有する第2の排気系308が設けられている。本図中の状態では前記コンダクタンスバルブ35が閉鎖であり、処理容器内41Cは、前記第2の排気系308を通して排気される。前記第2の排気系308には前記TMP304が設置されているため、前記第1の排気系307から排気する場合に比較して排気速度を高くとることができる。

【0046】また前記被処理基板12は前記301の側方に設けられた導入口301Bより搬入される。基板処理を行うための原料ガスおよびArなどの不活性ガスは、前記302のガス供給蓋を通して供給される。前記302のガス供給蓋に接続された16Aおよび16Bより原料ガスおよびArなどの不活性ガスが導入され、302内に設けられた空間302Aにおいて十分に拡散した後、前記302の処理基板側に設置された少なくとも一つ以上のガス噴出し穴302A(シャワーヘッド)より処理容器内に供給される。

【0047】本図では、請求項1記載の処理容器内が分割されていない第2の状態を示しているが、次に前記分割壁304が上昇して処理容器内を分割した場合の、請求項1記載の第1の状態について図8を用いて説明する。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0048】図8を参照するに、図7の状態より前記分割壁304が前記モータ305によって上昇し、処理容器内部を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割している。この前記第2の状態において、前記ガス供給蓋302より原料ガスおよびArなどの不活性ガスが前記第1の処理空間41Aに供給される。これらの供給されたガスは、前記第1の排気系307で排気される。また、前記307には前記35のコンダクタンスバルブが設置されているため、ガス排気速度を所望の値に調節することが可能であり、膜成長の過程において必要な基板面に沿った流れを形成することができる。

【第2実施例】図9は、図7および図8の基板処理装置40を使って前期被処理基板12表面にAl₂O₃膜を形成する本発明の第2実施例の構成を示す。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0049】図9を参考するに、本実施例では前記原料

容器20AにTMA(トリメチルアルミニウム)が保持され、前記原料容器20A中のTMAは切り替えバルブ16Aおよび前記ガス供給部302を通して前記処理容器40中の前記第1の処理空間41Aに供給される。

【0050】また、図9の基板処理装置40には成膜プロセスを制御する制御装置40Aが設けられ、前記制御装置40Aは前記切り替えバルブ16A、16B、コンダクタンスバルブ35C、および前記分割壁304を上下駆動させるモータ305を制御している。

【0051】なお、図9のシステムでは、原料容器20Cを含む原料供給系は使われないため、図示を省略している。

【0052】図10は、図9のシステムを使って行われる基板処理プロセスを示すフローチャートである。

【0053】図10を参照するに、ステップ10の工程において前記分割壁304が下降して前記コンダクタンスバルブ35は開度小の状態になり、処理容器内は前記第2の排気系308を通して排気される。

【0054】次にステップ11において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16BよりH₂Oガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。導入されたH₂Oガスは前記被処理基板12の表面に沿った流れとなるよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。これに伴い、H₂O分子が前記基板表面に、1分子層だけ吸着される。前記ステップ11の間、前記バルブ16Aから少量のArガスが供給され、H₂Oガスが前記ガス供給部302を通して前記バルブ16A側に逆流することを防止する。

【0055】次にステップ12の工程において、前記分割壁304が下降し、コンダクタンスバルブ35の開度が小さくなり、前記バルブ16A、16Bは閉の状態となり、処理容器内は前記第2の排気系308を通して排気される。

【0056】次にステップ13において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16AよりTMAガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。導入されたTMAガスは前記被処理基板12の表面に沿って流れれるよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。その結果、前記被処理基板12の表面には、1分子層のAl₂O₃が形成される。前記ステップ13の間、前記バルブ16Bから少量のArガスが供給され、TMAガスが前記ガス供給部302を通して前記バルブ16B側に逆流することを防止する。

【0057】ステップ10～13の工程を繰り返すこと

により、前記被処理基板表面に1分子層ずつ、高品質のAl₂O₃を形成することができる。また、従来方法と比較した場合、本発明においては前記TMP306が設置された前記第2の排気系308を用いることにより、処理容器内の排気速度を非常に高くとることができるために、前記ステップ10、12において処理容器内の残留ガスを排出する時間を短くすることができ、基板処理時間を短縮することができる。また、処理容器内のページ工程が不要となる。更に前記図10の工程に処理容器内のページの工程を付加することも可能であり、この場合更に処理容器内の残留ガス排出時間を短縮することができる。

【第3実施例】図11は、図10の工程に、処理容器内のページ工程を付加した場合の例である。図11を参照するに、ステップ20の工程において前記分割壁304が下降して前記コンダクタンスバルブ35は開度小の状態にある。前記バルブ16Aおよび16Bからは前記ガス供給部302を通してArガスが供給され、処理容器内は前記第2の排気系308を通して排気され、処理容器内はページされる。

【0058】次にステップ21において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16BよりH₂Oガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。導入されたH₂Oガスは前記被処理基板12の表面に沿って流れれるよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。これに伴い、H₂O分子が前記基板表面に、1分子層だけ吸着される。前記ステップ11の間、前記バルブ16Aから少量のArガスが供給され、H₂Oガスが前記ガス供給部302を通して前記バルブ16A側に逆流することを防止する。

【0059】次にステップ22の工程において、前記分割壁304が下降して前記コンダクタンスバルブ35は開度小の状態にある。前記バルブ16Aおよび16Bからは前記ガス供給部302を通してArガスが供給され、処理容器内は前記第2の排気系308を通して排気され、処理容器内はページされる。

【0060】次にステップ23において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16AよりTMAガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。導入されたTMAガスは前記被処理基板12の表面に沿って基板に沿った流れとなって流れれるよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。その結果、前記被処理基板12の表面には、1分子層のAl₂O₃が形成される。前記ステップ23の間、前記バルブ16Bから少

量の A ガスが供給され、T M A ガスが前記ガス供給部 302 を通して前記バルブ 16 A 側に逆流することを防止することができる。

【0061】ステップ20～23の工程を繰り返すことにより、前記被処理基板表面に1分子層ずつ、高品質のAl₂O₃を形成することができる。

[第4実施例] また、前記図10の方法において、ガス供給時の流量安定をはかるため、図12に示すようにガス供給方法を変更してもよい。図12は、図10の場合におけるガス供給方法を変更した基板処理装置50である。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。図12を参照するに、図10における前記切り替えバルブ16Aが、バルブ16Aa, バルブ16Ab, バルブ16Acの3つのバルブに置き換わっている。同様に前記切り替えバルブ16Bが16Ba, 16Bb, 16Bcの3つのバルブに置き換えられている。また、図9の基板処理装置50には成膜プロセスを制御する制御装置50Aが設けられ、前記制御装置50Aは前記バルブ16Aa, 16Ab, 16Ac, 16Ba, 16Bb, 16Bc、コンダクタンスバルブ35C、および前記分割壁304を上下駆動させるモータ305を制御している。図13に、図12のシステムを用いた場合の基板処理プロセスのフローチャートを示す。図13を参照するに、まずステップ30において前記分割壁304が下降し、前記コンダクタンスバルブ35の開度が小さくなる。また前記バルブ16Aa, 16Ab, 16Ac, 16Ba, 16Bbは閉となり、処理容器内は前記第2の排気系308を通して排気される。このとき前記バルブ16Bcは開となり、H₂Oガスは前記101bを通して排気される。これは質量流量コントローラの特性上、流量制御開始時に流量が不安定となる現象があるため、ガス導入初期の供給ガスを排気するためである。次にステップ31において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16BbよりH₂Oガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。前記バルブ16Ab, 16Ac, 16Ba, 16Bcは閉となる。導入されたH₂Oガスは前記被処理基板12の表面に沿って流れるよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。これに伴い、H₂O分子が前記基板表面に、1分子層だけ吸着される。前記ステップ31の間、前記バルブ16Aaから少量のArガスが供給され、H₂Oガスが前記ガス供給部302を通して前記バルブ16Aa, 16Ab, 16Ac側に逆流することを防止する。次にステップ32において前記分割壁304が下降し、前記コンダクタンスバルブ35の開度が小さくなる。また前記バルブ16Aa, 16Ab, 16Ba, 16Bb, 16Bcは閉となり、処理容器内は

前記第2の排気系308を通して排気される。このとき前記バルブ16A_cは開となり、TMAガスは前記101aを通して排気される。これは質量流量コントローラの特性上、流量制御開始時に流量が不安定となる現象があるため、ガス導入初期の供給ガスを排気するためである。次にステップ33において前記分割壁304が上昇し、処理容器内を前記基板保持台303を含む第1の処理空間41Aと、第2の処理空間41Bに分割する。前記ガス供給部302を通して前記バルブ16A_bよりTMAガスが前記第1の処理空間41Aに導入される。前記バルブ16A_a、16A_c、16B_b、16B_cは閉となる。導入されたTMAガスは前記被処理基板12の表面に沿って流れるよう前記コンダクタンスバルブ35で排気速度が調整され、前記第1の排気系307によって排気される。これに伴い、A₁₂O₃分子が前記基板表面に、1分子層だけ吸着される。前記ステップ31の間、前記バルブ16A_aから少量のArガスが供給され、TMAガスが前記ガス供給部302を通して前記バルブ16B_a、16B_b、16B_c側に逆流することを防止する。図14は図10ステップ12における処理容器の残留ガス濃度と、図11におけるステップ22における処理容器の残留ガス濃度を、図2の従来のコンダクタンスバルブ15A、15Bを使った場合と比較して示す図である。図12を参照するに、残留ガス濃度が当初の5%まで減少するのに要する時間が、本発明の場合、ページ工程がない場合で0.16秒で済み、さらにページ工程を付加すると0.1秒に抑えることが可能となつた。これは従来の場合に比較して、ページ工程なしの場合で53%、ページ工程を付加すると33%となり、基板処理速度を向上させることが可能であることがわかる。

【発明の効果】本発明によれば、原料ガスを交互に切り替えながら膜成長を行う成膜装置において、前記の機構を有することにより、従来のようなスリット形状の排気口を介して行う排気工程において問題となっていた、限られたコンダクタンスによる排気速度の制限が解消し、所望の分子層成長後における処理容器内のバージ速度を向上させることが可能になる。その結果、基板処理のスループットを向上させることができた。膜成長時は前記分割壁を上げて前記基板保持台を含む第1の処理空間を、第1の排気系で排気することにより基板に沿った流れを維持しながら1分子層の成長を行う。その後、前記分割壁を下げて排気速度の大きな第2の排気系で処理室を排気することにより排気速度が大幅に上昇し、基板処理速度が向上した。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の成膜装置の概要を示す図である

【図2】図1の成膜装置で使われる処理容器の構成を示す図である。

【図3】図2の処理容器の一部を詳細に示す図である

【図4】図1の装置を使って実行される成膜プロセスの例を示すフローチャートである。

【図5】図2の処理容器中で行われる成膜プロセスを示す図である。

【図6】図2の処理容器中で行われる成膜プロセスを示す別の図である。

【図7】本発明の第1実施例による成膜装置で使われる処理容器の構成を示す図(その1)である。

【図8】本発明の第1実施例による成膜装置で使われる処理容器の構成を示す図(その2)である。

【図9】本発明の第2実施例による成膜装置の概要を示す図である。

【図10】図9の成膜装置を使った本発明の第2実施例による成膜プロセスを示すフローチャートである。

【図11】図9の成膜装置を使った本発明の第3実施例による成膜プロセスを示すフローチャートである。

【図12】本発明の第4実施例による成膜装置の概要を示す図である。

【図13】図12の成膜装置を使った本発明の第4実施例による成膜プロセスを示すフローチャートである。

【図14】本発明の排気系の動作特性を示す図である。

【符号の説明】

10, 40, 50 基板処理装置

12 被処理基板

13A, 13B, 13C 処理ガス導入口

14A, 14B 排気口

16A, 16B, 16C 切替バルブ

15A, 15B, 35 コンダクタンスバルブ

10A, 40A, 50A 制御装置

11, 41 処理容器

41A 第1の処理空間

41B 第2の処理空間

41C 処理容器内部

11W 石英窓

16a 第1の処理ガス供給ライン

16b 第2の処理ガス供給ライン

16c 第3の処理ガス供給ライン

17A, 17B, 17C, 21A, 22A, 21B, 22B, 21C, 22C, 16Aa, 16Ab, 16A

c, 16Ba, 16Bb, 16Bc バルブ
18A, 18B, 18C, 23A, 23B 質量流量コントローラ

21a, 21b, 21c, 23a, 23b, 23c, 100a, 100b パージライン

20A, 20B, 20C 原料容器

100 トラップ

201 外側容器

201A カバープレート

10 201D 開口部

201a, 201b 排気溝部

201d 石英ライナー

202 石英反応容器

202A 石英底板

202B 石英カバー

203 保持台

203A ガードリング

204 基板搬送部

204A 基板搬送口

204B 搬送アーム

205 軸受部

205A 磁気シール

205B 回転軸

206 ベローズ

207a, 207b 導管

301 処理容器上部

302 処理容器下部

301A 処理容器凹部

301C 開口部

30 302 ガス供給蓋

302A ガス供給蓋内部

302B ガス噴出し穴

303 保持台

304 分割壁

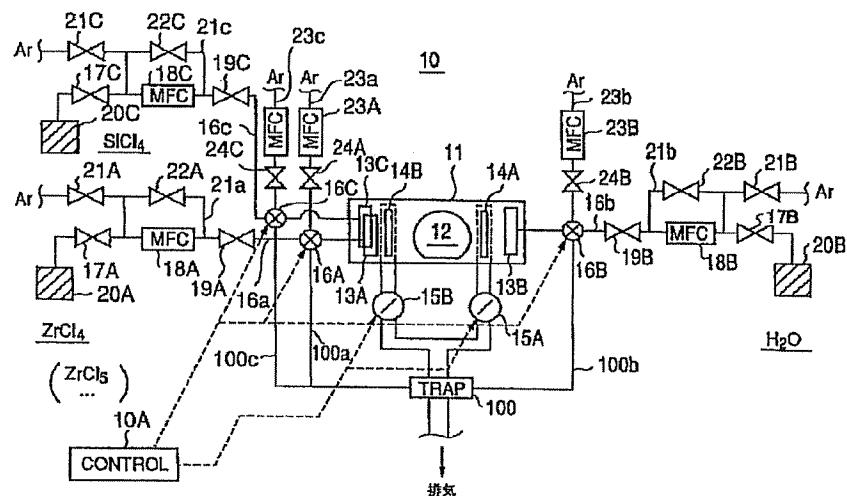
305 モータ

306 ターボ分子ポンプ

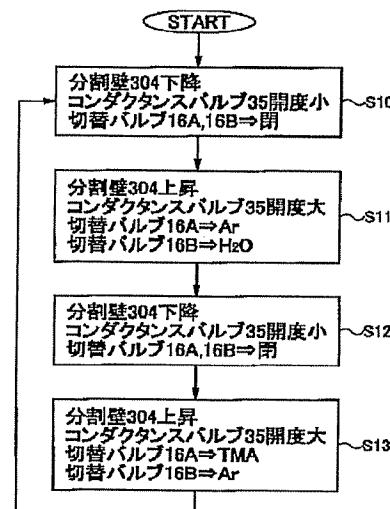
307 第1の排気系

308 第2の排気系

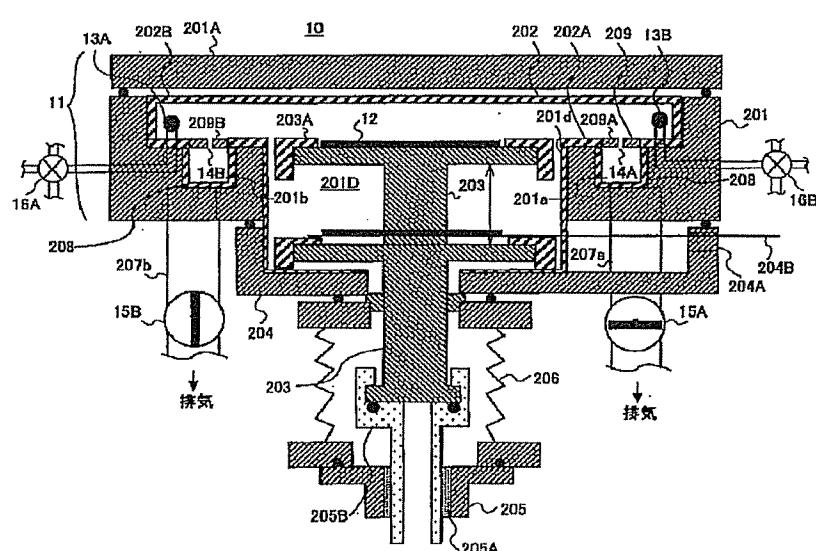
【図1】



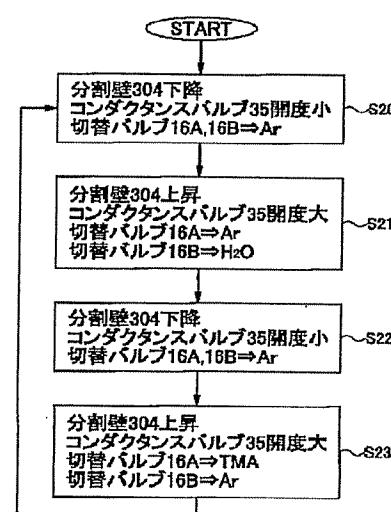
【図10】



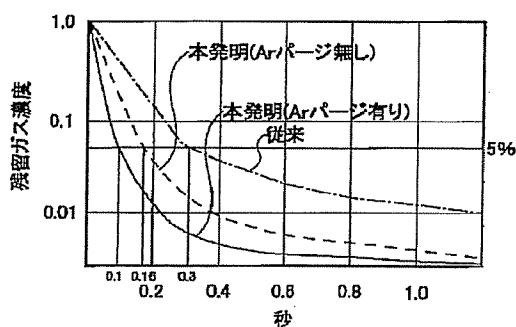
【図2】



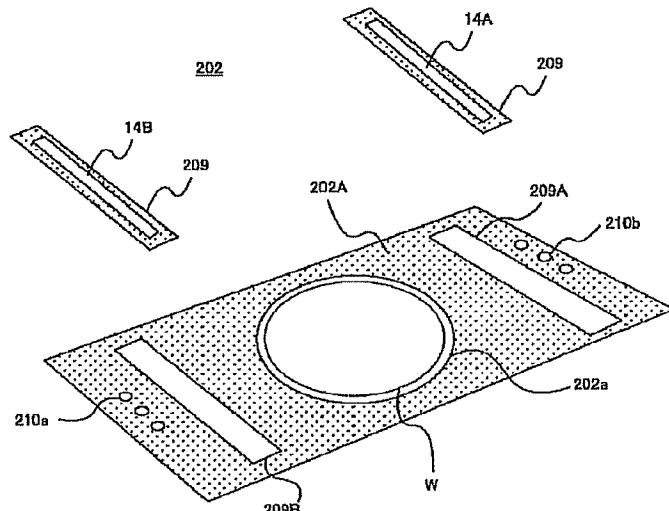
【図11】



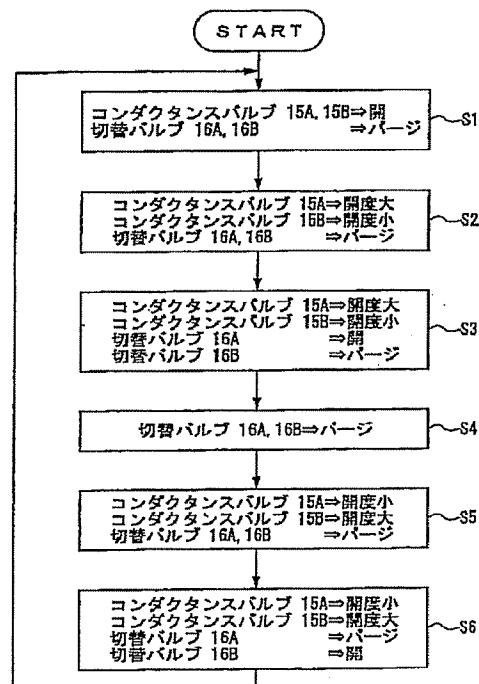
【図14】



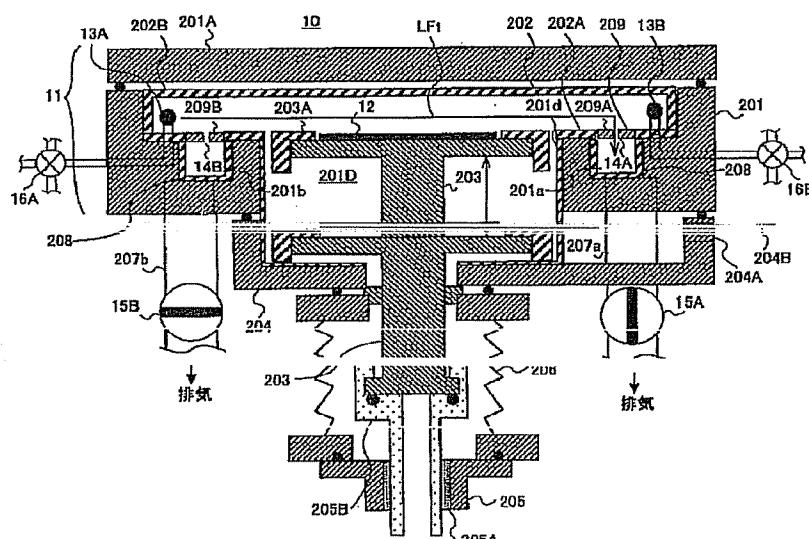
【図3】



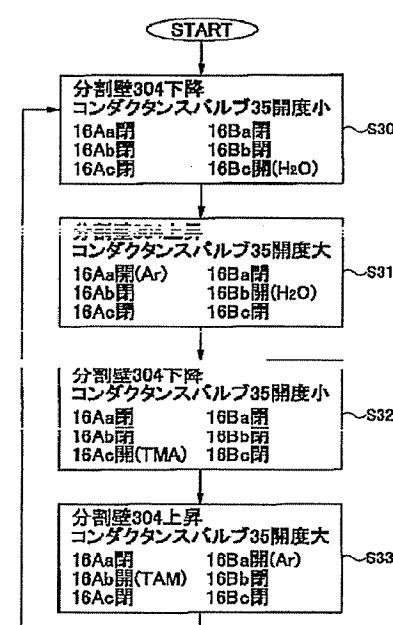
【図4】



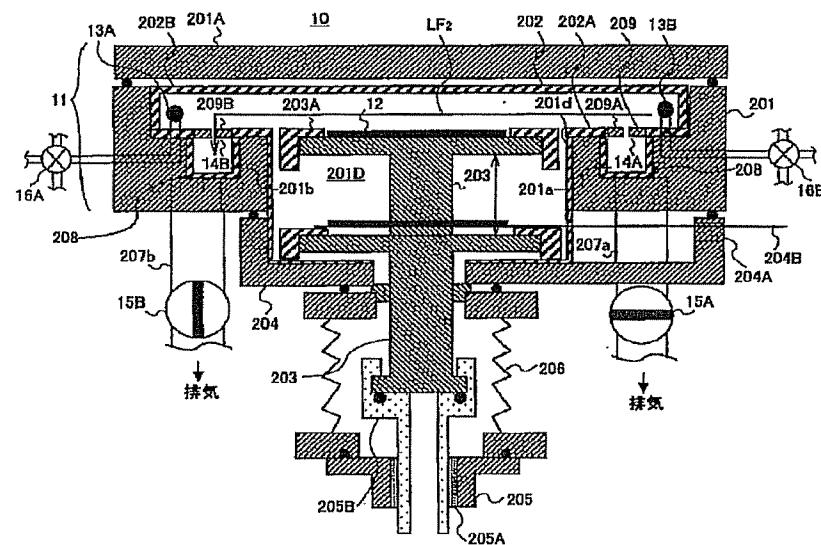
【図5】



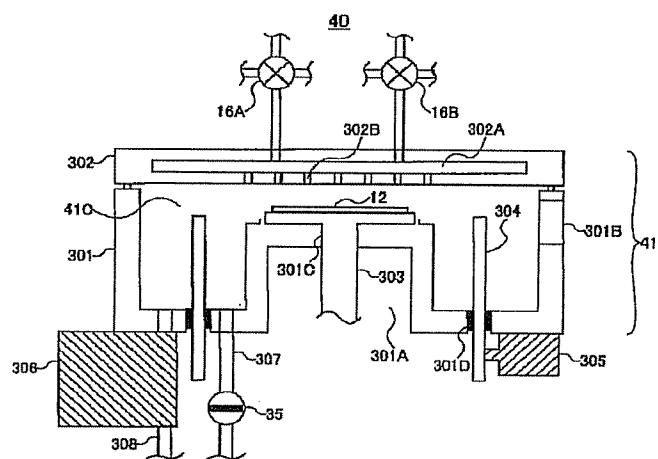
【図1.3】



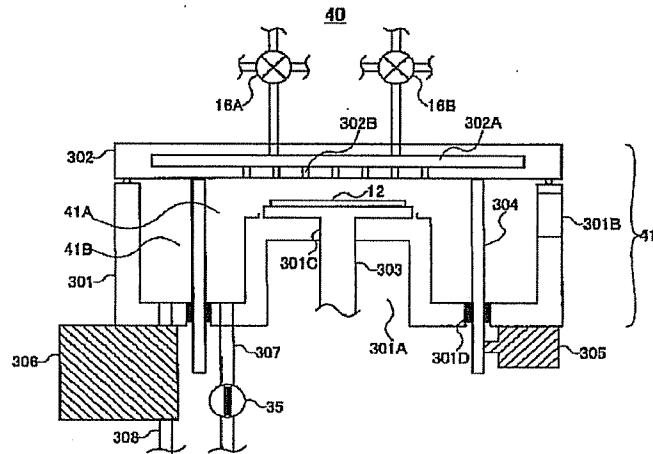
【図6】



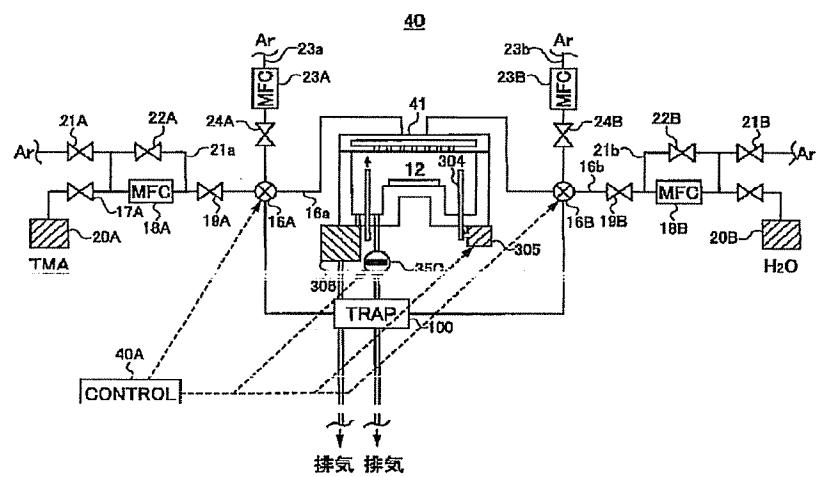
【図7】



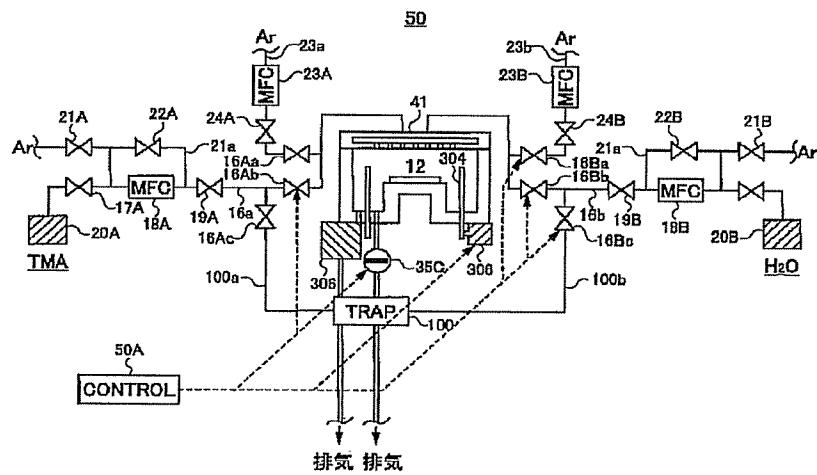
【図8】



【図9】



【図12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M104 CC05 EE03 EE16 GG09 GG10
GG14
5F045 AA04 AB31 AC08 AC16 BB01
BB04 BB08 CA05 DP03 EB02
EB12 EE04 EE14 EF05 EF20
EG02 EG03 EG05 EG08
5F058 BC03 BD02 BF06 BF22 BF29
BG01 BG02 BG04 BJ04 BJ10